

4. Кожевина О.В. Интеграция инвестиционных стратегий в систему стратегического планирования развития территорий // Управление. 2019. № 2. С. 87-94.
5. Опекунов В.А., Щербинин И.В. Влияние подготовки исходно-разрешительной документации на сроки реализации инвестиционно-строительных проектов // Вестник ГУУ. 2016. № 12. С. 59-64.
6. Журавлев П. А., Марукян А. М. Особенности предпроектных проработок в инвестиционно-строительной деятельности (Часть 1) // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 3 (37). С. 10–16.
7. Журавлев П.А., Марукян А.М. Особенности предпроектных проработок в инвестиционно-строительной деятельности (Часть 2) // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал. Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО «АГАСУ». 2022. № 1 (39). С. 47-52.
8. Ахметгайсина К.С. Выбор формы управления реализации инвестиционно-строительного проекта // Московский экономический журнал. 2019. №7. С. 353-357.
9. Опекунов В.А., Щербинин И.В. Влияние подготовки исходно-разрешительной документации на сроки реализации инвестиционно-строительных проектов // Вестник ГУУ. 2016. №12. С. 59-64.
10. Сборщиков С.Б., Журавлев П.А. Информационно-аналитическое обеспечение реинжиниринга территории и застройки // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 3. С. 52-58.
11. Опекунов В.А., Щербинин И.В. Исследование существующей системы разработки и реализации инвестиционно-строительных проектов // Вестник ГУУ. 2018. №9. С. 122-126.
12. Шинкарева Г.Н. Модель инжиниринговой схемы организации строительства в перспективе жизненного цикла объектов // Вестник МГСУ 2018. Т. 13. Вып. 9 (120). С. 1090-1105.
13. Сборщиков С.Б., Журавлев П.А. Эффективность мероприятий реинжиниринга территории и застройки // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 12. С. 40–46.
14. Сборщиков С.Б., Журавлев П.А. Структура и состав реинжиниринга застройки // Вестник МГСУ. 2021. Т. 16. Вып. 11. С. 1508–1519.
15. Сборщиков С.Б., Журавлев П.А. Структура и состав реинжиниринга территорий, его организационные схемы и ресурсообеспечение // Строительство: наука и образование. 2021. Т. 11. Вып. 4. Ст. 2. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.4.2.

© С. Б. Сборщиков, П. А. Журавлев

**Ссылка для цитирования:**

Сборщиков С. Б., Журавлев П. А. Общая схема организации реинжиниринга территорий и застройки // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 2 (40). С. 71–74.

УДК 502.53

DOI 10.52684/2312-3702-2022-40-2-74-77

## МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОДОРОГ СЕЛИТЕБНЫХ ЗОН НА СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА

*К. Г. Кондрашин, С. П. Стрелков, Р. А. Петров, Т. К. Курбатова*

**Кондрашин Кирилл Геннадьевич**, ассистент кафедры геодезии, кадастрового учета, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, Астрахань, Российская Федерация; e-mail: Astrakhan\_kirill@mail.ru;

**Стрелков Сергей Петрович**, декан строительного факультета, кандидат биологических наук, доцент кафедры геодезии, кадастрового учета, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, Астрахань, Российская Федерация; e-mail: Ast\_strelkov@mail.ru;

**Петров Роман Андреевич**, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории приоритетных исследований региона, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, Астрахань, Российская Федерация; e-mail: tottenham@bk.ru;

**Курбатова Татьяна Камильевна**, член Союза дизайнеров РФ, старший преподаватель кафедры дизайна и реставрации, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, Астрахань, Российская Федерация; e-mail: kurbatova.201189@yandex.ru

Деятельность жителей селитебных зон невозможна без движения и перемещения. Дороги, на текущий момент, являются единственной транспортной артерией города. Однако видимая на первый взгляд чистота дорожного полотна – ошибочна. Вещества, скапливающиеся на дорогах, несут в себе комплекс отдельных и взаимодействующих компонентов, часто вредных для здоровья человека. Данная работа отражает результаты исследования состава и оценки воздействия веществ, содержащихся в придорожных зонах (дорожный смёт). Изучается характер влияния на биотопы веществ с разным химическим и физико-механическим составом, происхождением, а также расположением относительно дорожного полотна. В том числе в ходе исследования предпринята попытка смоделировать происходящие процессы и сформировать многокритериальную систему оценки воздействия дорожных реагентов на самочувствие человека.

**Ключевые слова:** система оценки, компоненты дорог, комфорт городской среды, окружающая среда.

## MULTI-CRITERIA SYSTEM FOR ASSESSING THE IMPACT OF HIGHWAYS IN RESIDENTIAL ZONES ON THE HUMAN STATE

*K. G. Kondrashin, S. P. Strelkov, R. A. Petrov, T. K. Kurbatova*

**Kondrashin Kirill Gennadyevich**, Assistant of the Department of Geodesy, Cadastral Registration, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: Astrakhan\_kirill@mail.ru;

**Strelkov Sergey Petrovich**, Dean of the Faculty of Civil Engineering, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Geodesy, Cadastral Registration, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: Ast\_strelkov@mail.ru;

**Petrov Roman Andreyevich**, Junior Research Fellow, Research Laboratory for Priority Studies of the Region, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: tottenham@bk.ru;

**Kurbatova Tatyana Kamilyevna**, Member of the Union of Designers of the Russian Federation, Senior Lecturer of the Department of Design and Restoration, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: kurbatova.201189@yandex.ru

The activity of residents of residential areas is impossible without movement and displacement. Roads, at the moment, are the only transport artery of the city. However, the cleanliness of the roadway, visible at first glance, is erroneous. Substances that accumulate on the roads carry a complex of separate and interacting components, often harmful to human health. This work reflects the results of a study of the composition and assessment of the impact of substances contained in roadside areas (road estimates). The nature of the impact on biotopes of substances with different chemical and physical-mechanical composition, origin, as well as location relative to the roadway is being studied. In particular, during the study, an attempt was made to simulate the ongoing processes and form a multi-criteria system for assessing the impact of road reagents on human well-being.

**Keywords:** assessment system, road components, comfort of the urban environment, environment.

### Цель работы

Выдвинув гипотезу о том, что реагенты и другие загрязняющие вещества могут переноситься от мест расположения (близ дорожного полотна) с потоком автомобилей, либо на обуви пешеходов и даже на лапах животных, мы предложили наметить объектом экологического аудита не только само дорожное полотно, но и окружающую среду прилегающей территории, в том числе следует проводить регулярное обследование официальных и нелегальных мест складирования отходов данного вида. Главной целью данного исследования стала попытка сформировать метод многокритериальной системы оценки воздействия автодорог селитебных зон на состояние человека.

### Задачи

Исходя из цели исследования были поставлены следующие задачи:

- 1) идентификация опасности;
- 2) оценка зависимости «экспозиция (доза) – ответ»;
- 3) оценка экспозиции (воздействия);
- 4) характеристика риска.

### Актуальность

Горюче-смазочные материалы и иные жидкости автотранспорта, пары бензина и выхлопные газы [12], продукты разрушения при взаимодействии резины колес и дороги, антигололедные реагенты, а также огромное количество иных веществ – являются потенциально опасными для всех обитателей придорожных территорий [9, 11].

Например, компоненты антигололедных реагентов, в той или иной степени оказывают негативное воздействие как на окружающую среду, так и на органы человека.

Наиболее изучены, из всего перечня веществ дорожной грязи (смёт), это применяемые антигололедные реагенты [3]. Однако мы можем только догадываться в какие реакции вступают их компоненты с какие производные в результате формируются.

### Научная новизна

Впервые исследованы загрязняющие вещества дорожного полотна не только в месте изна-

тельного расположения, но и в местах предполагаемого переноса. Сформирован метод многокритериальной системы оценки воздействия автодорог селитебных зон на состояние человека.

Антигололедные реагенты бывают жидкими и твердыми и имеют различный состав и химические свойства [10]. При попадании твердого антигололедного реагента на ледяную поверхность снега или льда, эти частички растворяются, образуя рассол, который имеет температуру замерзания ниже температуры замерзания воды. Именно раствор антигололедного реагента, пока его концентрация такова, растапливает лед и предотвращает возникновение гололедных образований. Лучше тот антигололедный реагент, который при наиболее низкой температуре расплавит большее количество снега и льда и окажет наименьшее действие на окружающую среду и материалы.

К наиболее принятым химическим антигололедным реагентам сейчас относят хлористый натрий, хлористый магний, хлористый кальций и песко-соляную смесь. Эти реагенты рассыпаются в местах потенциального скопления ледяного покрова в соответствующих пропорциях и консистенциях, процентное соотношение растворов которых дозируется в соответствии с руководством использования того или иного противогололедного реагента [4].

### Методы исследования

Для определения уровня загрязнения использовались следующие характеристики [1]:

- средняя концентрация загрязнителей в различных средах;
- среднее квадратическое отклонение;
- максимальная разовая концентрация;
- загрязнение дорожной грязи и прилегающих территорий определяется по значениям концентраций примесей;
- степень загрязнения оценивалась при сравнении фактических концентраций с ПДК.

Для выделения наиболее подходящих для исследования территорий [13, 14], из всего городского

массива, была применена оценка состояния автодорог при помощи программного комплекса ENVI (рис. 1).

Сравнивая городские территории по разновременным спутниковым снимкам, был получен графический материал – отражающий динамику изменения селитебной зоны [15]. Например, на спектрограмме рисунка 1 (ч. 3) – ярко выражена зона с недавно построенной автодорогой.

Комплексная химико-аналитическая оценка автодорог и прилегающих к ним территориям показала, что наиболее интенсивное накопление химических компонентов происходило непосредственно у обочины проезжей части [2].

Для исследования были выделены шесть участков с разной интенсивностью транспортного потока (рис. 2), каждый из них был разделён на пять сегментов с однородным дорожным полотном, где (по обеим сторонам) был проведён отбор дорожного смёта (грязи) и почвенных образцов с прилегающей к дорожному полотну территории.



Рис. 1. Совмещение разновременных спутниковых снимков в программном комплексе ENVI (1 – 2007 г.; 2 – 2020 г.; 3 – спектральное совмещение снимков)



Рис. 2. Исследуемые участки дорожного полотна (с разной степенью загрязненности)

Для чистоты эксперимента в рамках исследования были намечены участки дорожного полотна со сплошным слоем асфальта, без структурных нарушений [5].

В том числе часть отобранных образцов была просеяна от различных включений, неразложившихся органических остатков (листья, ветки и т. д.) и иных инородных тел чтобы выявить механический состав чистого дорожного смёта (грязи).

Отбор образцов проводился одновременно на всех изучаемых участках, образцы дорожного смёта анализировались на предмет содержания загрязняющих веществ и тяжёлых металлов, а также механическому составу, пробы почв исследовались по катионно-анионному составу и содержанию тяжёлых металлов.

### Результаты

По результатам исследования дорожного смёта, выявлено высокое содержание коллоидных частиц (менее 0,001 мм) близких к пылеватым частицам (являющихся потенциально опасными из-за высокой концентрации в приземном воздушном слое), на исследуемых участках 4 и 6. Максимальные значения на данных участках достигали 13,4 % (точка № 34 – уч. 4) и 12,9 % (точка 59 – уч. 6). На основании

полученного результата участки 4 и 6 можно отнести к участкам с высоким токсикологическим воздействием на окружающую среду.

Участок № 1 классифицируется наименьшим токсикологическим воздействием. Точка № 2 – абсолютный минимум – 4,5 % частиц менее 0,001 мм.

Превышение содержания пылеватых частиц менее 0,001 мм, относительно средним показаниям по исследуемым районам, продемонстрировано на графиках.

Кроме того, были выбраны 12 образцов для исследования химического состава дорожного смёта исследуемых территорий.

Комплекс веществ дорожного смёта представляет собой специфический техногенный объект, и при отсутствии фонового аналога, в качестве общепринятого эталона сравнения возможно использование кларков элементов в верхней части континентальной земной коры либо ПДК почвенного покрова (кроме того, почвенный покров часто граничит с дорожным полотном и подвергается загрязнению с различной степенью) [6].

В случае сравнения полученных результатах с ПДК почвенного покрова - превышение по ТМ граничит либо превышает ПДК практически по всем исследуемым элементам в точках участка №№ 4 и 6. Кроме того заметно повышенное содержание влаги в данных образцах, что объясняется пылеватым механическим составом.

Химико-аналитические исследования почвенного покрова позволили оценить воздействие противогололедных препаратов на территории, прилегающие к автодорогам. Было выявлено, что основное загрязнение обусловлено присутствием катионов К, Na, Са и анионов С1, уровни содержания которых достигали 1.07, 6.39, 4.71, 5.98 соответственно.

Солевое состояние почвенного покрова прилегающей территории характеризуется средней и сильной степенью засоления легкорастворимыми солями.

### Выводы и обсуждение

Исследования, проведенные с использованием экспресс-методов, показали, что все антигололедные препараты обладают биологической активностью в зависимости от концентраций в отношении биоты почвы, гидробионтов, растений, вод [8].

Опад травы и других органических объектов – произрастающих вдоль дорог способно привести в данные почвы тяжёлые металлы и иные загрязняющие вещества – поглощённые ими из атмосферного воздуха. В связи с этим – трудно отличить привнесённые компоненты дорожного смёта от поглощённых через органические остатки.

Исходя из результатов анализа – показатели степени и химизма засоления городских почв в ряде случаев близки к пороговым для адаптационной способности растений.

Данные исследования проводились инструментами математических и статистических исследова-

ний, в результате которых был получен массив данных с выделенным показателем рассеивания значений (стандартным отклонением) искомым величин.

Среднеквадратическое отклонение (стандартное отклонение) выборки полученных результатов анализа (катионно-анионного состава почвенного покрова прилегающей к дороге территории) демонстрирует аномалии в солевом составе почвенного покрова участков 4 и 6. Данные результаты можно интерпретировать в рамках исследованного механического состава дорожного смёта на этих участках, так как механический состав обусловлен мелкодисперсной фракцией – данные коллоидные частицы способны сорбировать большую часть легкорастворимых солей и переносить их с массами дорожного смёта на прилегающие территории.

#### Заключение

Мониторинг антропогенного засоления городских почв должен обеспечивать выявление аномалий техногенных солей в почвенном покрове [7].

Принимая во внимание потенциальную опасность многолетней аккумуляции солей в почвах, необходимо совершенствовать принципы оценки экологического риска опасности используемых реагентов на окружающую среду и здоровье населения.

Сформированная модель многокритериальной оценки воздействия компонентов загрязняющих веществ дорожного полотна так же не в полной мере характеризует негативные воздействия на человека и иные живые организмы. Крайне необходимо проведение дальнейшего исследования, включающего в себя изучение коллоидных частиц в приземном слое атмосферного воздуха близ автодорог и биотестирование всей прилегающей территории (почвогрунты).

Однако полный цикл исследований, для наполнения данной модели, следует проводить не менее чем за 1–2 года экологического мониторинга.

#### Список литературы

1. Букс И. И. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду: учеб. пособие. / И.И. Букс, С.А. Фомин // М.: МНЭПУ, 1999. 187 с.
2. Кудрявцева О. В. Методика и практика оценки воздействия на окружающую среду. / О.В. Кудрявцева, Т.Н. Ледащцева, В.Е. Пинаев // Проектная документация: учеб. пособие. М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 2016. 170 с.
3. Стрелков С. П. Мониторинг изменения дорожно-транспортных сетей в рамках социо-экологического анализа с помощью ГИС технологий. / С.П. Стрелков, В.П. Мешалкин, В.В. Челноков, К.Г. Кондрашин // В сборнике: Потенциал интеллектуально одарённой молодежи - развитию науки и образования. Материалы IX Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников. Под общей редакцией Т.В. Золиной. 2020. С. 345-347.
4. Степенев А. А. Геоэкологическое обоснование проектирования и геоэкологическая экспертиза. / А.А. Степенев // учеб. пособие. М.: МНЭПУ, 1996. 36 с.
5. Капранов С. В. Автотранспорт, воздух и здоровье. / С.В. Капранов // - Луганск, 1998. - 200 с.
6. Кавтарадзе Д. Н. Автомобильные дороги в экологических системах: проблемы взаимодействия. / Д.Н. Кавтарадзе, Л.Ф. Николаева, Е.Б. Поршнева и др. // М., 1999.
7. Шаталова Е. Е. Применение моделирования дорожного движения для оценки экологического состояния улично-дорожной сети [Электронный ресурс] / Е.Е. Шаталова, В.В. Фиалкин // «Инженерный вестник Дона», 2013, № 2. - Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1720> (доступ свободный) - Загл. с экрана. - Яз. рус.
8. Желтобрюхов В. Ф. Оценка и прогнозирование экореконструкции городских почв на основе методов регрессионного и корреляционного анализов [Текст] / В.Ф. Желтобрюхов, Г.К. Лобачева, Н.В. Колодницкая, В.Н. Стяжин, И.А. Полозова // Экология урбанизированных территорий, 2012. - № 3. - С. 88-98.
9. Ложкин В. Н. Автомобиль и окружающая среда. / В.Н. Ложкин, А.А. Грешных, О.В. Ложкина // СПб.: НПК «Атмосфера» при ГГО им. А.И. Воейкова, 2007. 305 с.
10. Епринцев С. А. Оценка экологического риска урбанизированных территорий с использованием ГИС-технологий / С.А. Епринцев, А.В. Свиридова, С.А. Куролап // Экологические системы и приборы. М., 2009. №2 2. С. 3-8.
11. Чернышова А. Г. Система производственного экологического мониторинга в Астраханской области / А.Г. Чернышова, А.М. Капизова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 4 (38). С. 28–32.
12. Горбунова А. Г. Автоматизированные пункты контроля загрязнений атмосферного воздуха как фактор обеспечения экологической безопасности для жизнедеятельности человека в городской среде / А.Г. Горбунова, А. Карамысова, М. Ахмедова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 1 (27). С. 73–76.
13. Илюхин Б. Л. Комплексное развитие городских территорий. реновация микрорайона // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 3 (29). С. 80–88.
14. Егорова И. А. Принципы архитектурно-градостроительного развития жилых кварталов 1950-1970-х гг. застройки в крупных сибирских городах / И.А. Егорова, Р.С. Жуковский // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 4 (30). С. 79–85.
15. Цитман Т. О. Концепция формирования модели архитектурно-экологического пространства / Т.О. Цитман, К.А. Прошунина // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 4 (30). С. 59–66.

© К. Г. Кондрашин, С. П. Стрелков, Р. А. Петров, Т. К. Курбатова

#### Ссылка для цитирования:

Кондрашин К. Г., Стрелков С. П., Петров Р. А., Курбатова Т. К. Многокритериальная система оценки воздействия автодорог селитебных зон на состояние человека // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 2 (40). С. 74–77.